Sunhayato

マイコントレーニングボード

MODEL MT-P887

スタートアップガイド

C言語編

2009年12月10日発行
REV. 1.00
SG097035

サンハヤト株式会社
本社 〒170-0005 東京都豊島区南大塚3-40-1
☎ 03-3984-7791　FAX. 03-3971-0535
http://www.sunhayato.co.jp

安全上のご注意

このたびは、弊社製品をご使用いただき、誠にありがとうございます。本項では、誤った取り扱いによる事故を未然に防ぐための安全上の注意事項を説明しています。弊社製品をご使用になる前に必ずお読みください。

⚠警告	この表記を無視して誤った取り扱いをすると、死亡や重傷など、人体への重大な障害をもたらす恐れのある内容について示しています。
⚠注意	この表記を無視して誤った取り扱いをすると、軽傷または中程度の障害をもたらす恐れのある内容について示しています。また、本品や本品に接続している機器に損傷を与える可能性がある事項についても示しています。

⚠警告

 プラグをコンセントから抜く	▶発煙、異臭への対処 煙がでている、へんな臭いがするなどの異常がありましたら使用を直ちに中止してください。そのまま使用すると、火災、感電、故障の原因となります。 すぐに電源ケーブルのプラグをコンセントから抜き、煙などの異常が出なくなるのを確認し、販売店などに修理をご依頼ください。
 水場禁止	▶水分の多いところ、水がかかる場所では、本製品は使用しないで下さい 風呂場や台所など水分の多いところ、水がかかる場所では、本製品は使用しないで下さい。 火災、感電、故障の原因となります。
 禁止	▶電源ケーブルの取り扱いに注意してください 電源ケーブルを傷つけ、破損、加工、無理な曲げ、引っ張り、ねじり、束ねたりしないでください。また、重い物を乗せたり、加熱したりすると電源ケーブルが破損し、火災、感電、故障の原因となります。
 禁止	▶医療、軍事、航空宇宙、列車、運送、原子力などの制御設備へは使用しないでください 医療機器、軍事機器、航空宇宙機器、運送、原子力などの制御設備などの人命に関わるシステムへの使用は意図しておりません。
 接触禁止	▶雷が鳴りはじめたら製品に触れないでください 近くに雷が発生したときは、製品本体に触れないでください。また、電源プラグをコンセントから抜いてご使用をお控えください。雷によっては、火災、感電、故障の原因となることがあります。

⚠注意

 電源プラグの差し込み	▶電源プラグは確実にコンセントに差し込んでください 差し込みが不完全ですと火災、感電、過熱の原因になります。
 分解禁止	▶分解・改造しないでください 分解、改造しないでください。怪我、感電、故障の原因となります。本製品の分解、改造による怪我や事故について、当社は責任を負いかねます。
 接触禁止	▶濡れた手での操作は避けてください 濡れた手で電源ケーブル・プラグを抜き差ししないでください。また、製品に触れないでください。感電の原因となることがあります。

注意

禁止	▶以下のような場所では使用しないでください 本製品を以下のような場所で使用すると、動作不良、故障の原因となります。 ・振動や衝撃が加わる場所 ・直射日光のあたる場所 ・湿気やホコリが多い場所 ・温度差の激しい場所 ・熱を発生するもの（暖房器具など）の近く ・強い磁力、電波が発生するもの（磁石、ディスプレイ、スピーカー、ラジオ、無線機など）の近く ・湿気の多い場所
子供注意	▶子供の手の届かない場所に置いてください 本製品に装着されている電子部品など子供が飲み込まないように注意してください。
活線挿抜禁止	▶通信ケーブルの抜き差しは、電源ＯＦＦにして行ってください 本品への通信ケーブル類は活線挿抜しないでください。ケーブルの抜き差しは、必ず本製品または相手製品の電源がＯＦＦ状態にて行ってください。故障の原因になることがあります。
安全設計	▶安全設計をしてください 本製品を、高度な信頼性を必要とするシステムに使用する場合は、冗長設計、誤動作防止設計など充分な安全設計を必ず行ってください。本製品の故障、傷害により生じるいかなる損害、事故について当社は責任を負いかねます。
保管注意	▶長期間使用しない場合の保管について 長期間使用しない場合は、帯電防止袋などに入れ、ホコリなどが入らないようにしてください。ホコリが入ると接触不良などの原因になります。
ホコリ注意	▶製品の清掃について 製品にホコリなどが付着すると放熱特性が低下し、故障の原因になりますので、下記の「▶お手入れについて」に従って清掃してください。
薬品注意	▶お手入れについて 汚れはやわらかい布によるからぶきをしてください。水、洗剤、ベンジン、シンナーなどの使用は避けてください。基板の洗浄には、サンハヤト製電子機器用洗浄剤をお使いください。
使用注意	▶故障、破損時の処理について 本製品が故障もしくは破損した場合は、速やかに使用を中止して販売店などに修理依頼してください。そのまま使用しますと火災、感電、怪我の原因になるおそれがあります。
廃棄注意	▶本製品の廃棄について 本製品の廃棄は、各自治体の廃棄ルールに従ってください。詳しくは各自治体にお問い合わせください。
AC100V 以外禁止	▶日本国内のみで使用してください 本製品は日本国内の商用 AC100V 電源仕様です。海外では使用できません。AC100V 以外では絶対に使用しないでください。

本資料についてのご注意

本資料について

- 本資料は、電子工作や電子回路、パーソナルコンピュータの操作について一般的な知識をお持ちの方を対象にしています。
- 本資料を元に操作するには、マイクロチップテクノロジ社製 PIC16 シリーズマイコンについての知識や開発環境などが必要です。
- Microsoft®、Windows® は米国 Microsoft 社の米国およびその他の国における登録商標です。
- その他、記載されている製品名は各社の商標または登録商標です。

本資料のご利用にあたって

- この取扱説明書に掲載している内容は、お客様が用途に応じた適切な製品をご購入頂くことを目的としています。その使用により当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証、又は実施権の許諾を意味するものではありません。また、権利の侵害に関して当社は責任を負いません。
- 本資料に記載した情報を流用する場合は、お客様のシステム全体で充分評価し適用可能かご判断願います。当社では適用可能判断についての責任は負いません。
- 本資料に記載してある内容は、一般的な電子機器（学習教材、事務機器、計測機器、パーソナル機器、コンピュータ機器など）に使用されることを目的としています。高い品質や信頼性が要求され、故障や誤作動が直接人命を脅かしたり人体に危害を及ぼす恐れのある、医療、軍事、航空宇宙、原子力制御、運輸、移動体、各種安全装置などの機器への使用は意図も保証もしておりません。
- この取扱説明書の一部、又は全部を当社の承諾なしで、いかなる形でも転載又は複製されることは堅くお断りします。
- 全ての情報は本資料発行時点のものであり、当社は予告なしに本資料に記載した内容を変更することがあります。
- この資料の内容は慎重に制作しておりますが、万一記述誤りによってお客様に損害が生じても当社はその責任を負いません。
- 本資料に関してのお問合せ、その他お気付きの点がございましたら、当社までお問合せください。
- 本資料に関する最新の情報はサンハヤト株式会社ホームページ（http://www.sunhayato.co.jp/）に掲載しております。

このマニュアルについて

本スタートアップガイドでは、サンハヤトマイコントレーニングボード MT-P887 のプログラム開発を、マイクロチップテクノロジ社のツールを使用して行った場合の手順、設定方法などを説明したものです。各ツールの詳細な使用方法や注意事項につきましては、マイクロチップテクノロジ社発行のマニュアルを参照してください。

■サンハヤトマイコントレーニングボードMT-P887概要

- ターゲットマイコン ：PIC16F887 マイコン IC
- 書き込みボード　　：MT-P887

■開発に必要なもの

- 以下の条件を満たすホストパーソナルコンピュータ（以下ホスト PC）

PC 本体	Pentium Ⅲ以上を搭載した IBM PC/AT 互換機
OS	Windows 2000、Windows XP、Windows Vista（Windows XP 以降推奨）
メモリ	128MB 以上（512MB 以上推奨）
入力デバイス	マウス、またはマウス相当のポインティングデバイス
インターフェイス	USB1.1 フルスピード、あるいは 2.0

- サンハヤト　マイコントレーニングボード　MT-P887
- 付属の USB ケーブル

■このマニュアルで使用しているツール類

このスタートアップガイドでは、以下の OS、ツールのバージョンで動作したものとして説明しています。

ホスト PC の OS	Windows XP Professional
統合開発環境	MPLAB® IDE Ver. 8.40
コンパイラ	HI-TECH Universal ToolSuite Ver. 9.65
書き込みソフト	Sunhayato MT-P Programmer Ver. 1.00

MPLAB IDE のバージョンは「ヘルプ」メニューのバージョン情報で確認することができます。コンパイラのバージョンはビルド時にオプションウィンドウに表示される情報で確認できます。

■このマニュアルで紹介している各社サイト、ツールについて

本スタートアップガイドで紹介している各社サイトやツールは、本スタートアップガイド発行時のものを掲載しております。各社サイトの構成やツールのファイル名などは、変わっている場合がありますのでご了承ください。

目次

このマニュアルについて …… 5

■サンハヤトマイコントレーニングボード MT-P887 概要 …… 5
■開発に必要なもの …… 5
■このマニュアルで使用しているツール類 …… 5
■このマニュアルで紹介している各社サイト、ツールについて …… 5

1. 開発の流れ …… 8

1.1 開発環境 …… 8

2. 開発環境を整えよう …… 10

2.1 インストールするツール …… 10
■ MPLAB IDE …… 10
■書き込みソフト（Sunhayato MT-P Programmer） …… 10
■仮想 COM ポートドライバ …… 10
2.2 インストールの手順 …… 10

3. プログラムをつくろう …… 16

3.1 LED 点滅プログラムの内容 …… 16
■プログラムの仕様 …… 16
3.2 プロジェクトを作成する …… 17
■プロジェクトの新規作成 …… 17
■ヘッダーファイルの追加 …… 20
■ソースファイルの追加 …… 21
3.3 プログラムを入力する …… 22
■メイン関数 …… 22
■初期化関数 …… 24
■割り込み関数 …… 25
3.4 MPLAB IDE でプログラムをビルドする …… 26

4. プログラムをうごかそう …… 27

4.1 USB 接続でプログラムを書き込む …… 27
4.2 PICkit2、PICkit3 でプログラムを書き込む …… 30

5. トラブルシューティング …… 33

5.1 プログラムが書き込めない、動かない …… 33

■プログラム書き込みの設定になっていない …… 33

■ COM ポート番号が合っていない …… 33

■ PICkit2、PICkit3 でプログラムを書き込んだ後、動かない …… 33

■ PICkit2、PICkit3 を接続中、VPE ポートのビット 6、ビット 7 が動かない …… 33

■ PICkit2、PICkit3 を接続しているが電源供給ができない …… 33

5.2 仮想 COM ポート番号の確認 …… 34

5.3 仮想 COM ポート番号の割り当て …… 35

改訂履歴 …… 36

1. 開発の流れ

1.1 開発環境

MT-P887 でプログラムを開発する場合、以下のマイクロチップテクノロジ社製開発ツールを使用します。ここで紹介している各ソフトウェアは無償で提供されています。

■ 統合開発環境：MPLAB IDE

Windows 上での統合開発環境です。
エディタ、コンパイラ、シミュレータ、デバッガーなどの開発ツールを連携して効率的な開発が行えます。

■ コンパイラ：HI-TECH Universal ToolSuite

PIC マイコン用の組み込み制御用プログラムを C 言語で記述するために開発された、汎用性、移植性の高い C コンパイラです。

■ プログラマー／デバッガー：PICkit™2、PICkit™3

マイクロチップ社製のプログラマー／デバッガーです。プログラムの書き込み、オンチップデバッグを行うことができます（PICkit2、PICkit3 は別途お買い求めください）。

■ 書き込みソフト：Sunhayato MT-P Programmer

ホスト PC より PIC マイコン内蔵のフラッシュメモリに作成したプログラムを書き込みます。

開発フロー（イメージ図）を以下に示します。

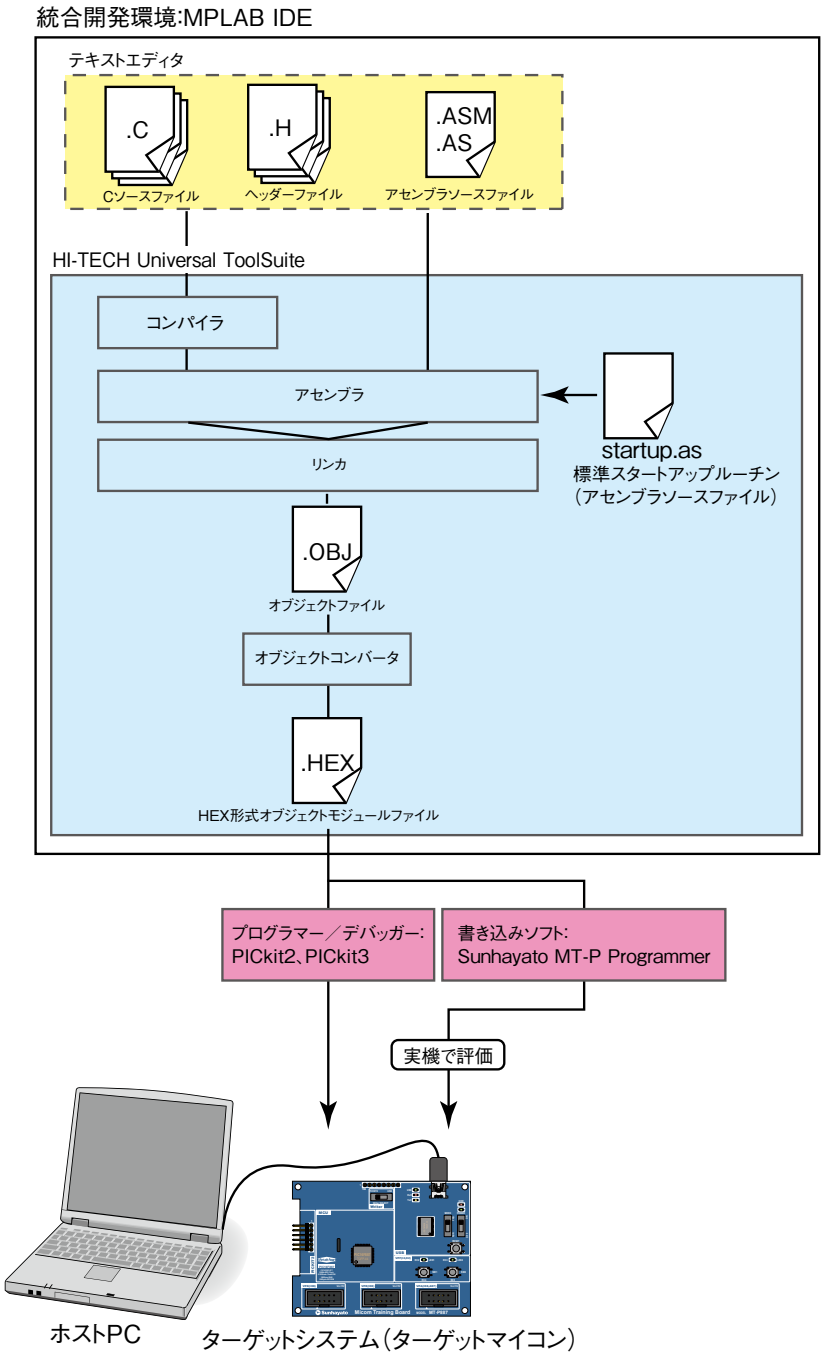


図1-1 MPLAB IDE開発フロー（イメージ図）

2. 開発環境を整えよう

2.1 インストールするツール

■MPLAB IDE

マイクロチップテクノロジ社の統合開発環境です。アセンブラ、シミュレータ、C コンパイラなども同時にインストールされます。

■書き込みソフト（Sunhayato MT-P Programmer）

MT-P887 専用のプログラム書き込みソフトです。

■仮想COMポートドライバ

MT-P887 に搭載している NEC エレクトロニクス社の USB-COM 変換 IC のためのデバイスドライバです。

2.2 インストールの手順

「統合開発環境：MPLAB IDE」（C コンパイラも同時にインストールされます）→「書き込みソフト：Sunhayato MT-P Programmer」→「仮想 COM ポートドライバ」の順でインストールします。各インストーラファイル、解凍ファイルをダブルクリックしてください。ダブルクリックした際に「セキュリティの警告」ウィンドウが出る場合がありますが、「実行」をクリックしてください。

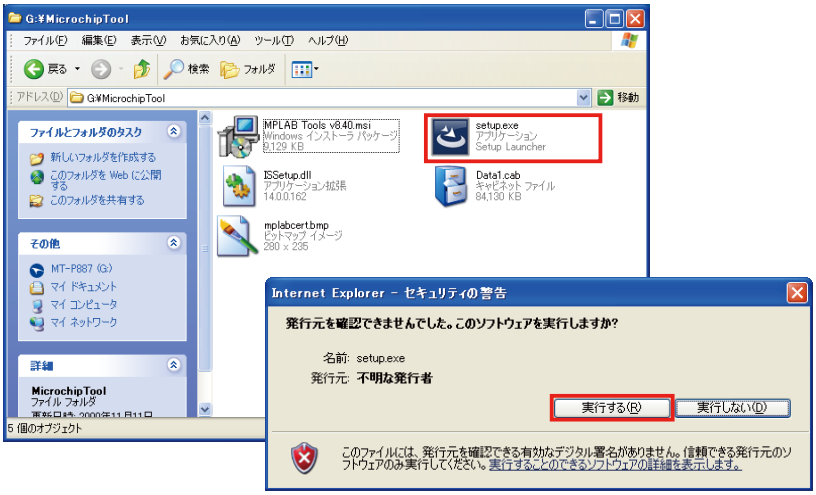
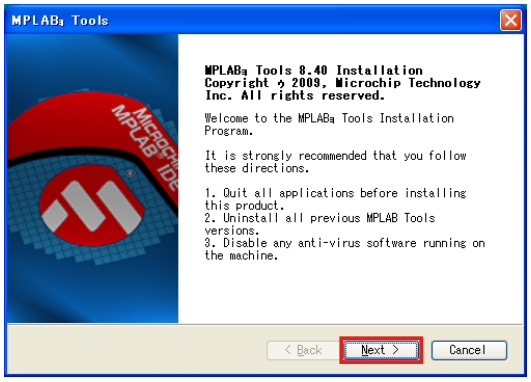


図2-1　インストーラの実行

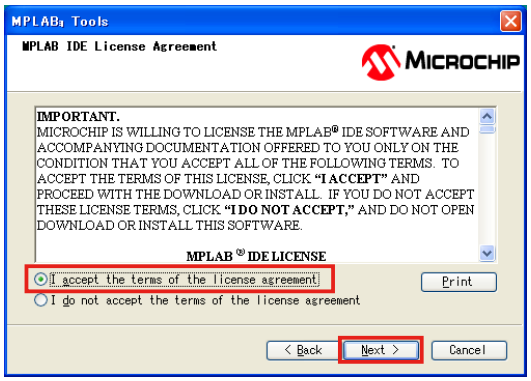
1 MPLAB IDE のインストール

CD-ROM の「MicrochipTool」フォルダの中にあるインストーラファイル「setup.exe」をダブルクリックし､「セキュリティの警告」が出た場合は「実行」をクリックしてください。ファイルが解凍されるとインストーラが起動します。

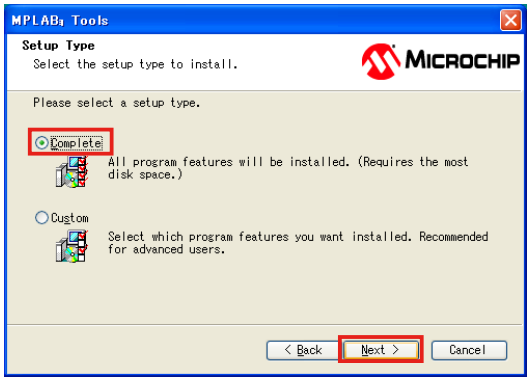
以下の画面では「Next」ボタンをクリックしてください。



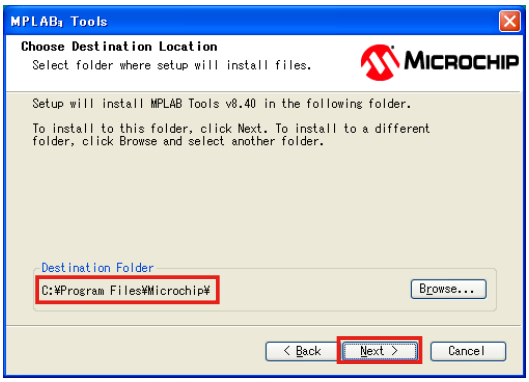
使用許諾契約の画面が表示されます。内容を確認したら、「I accept …」を選択し、「Next」ボタンをクリックしてください。



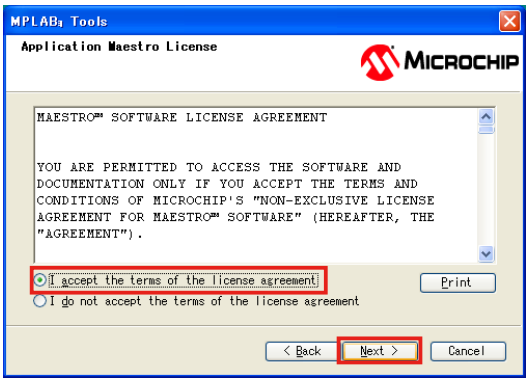
セットアップタイプを選択する画面が表示されます。ここでは「Complete」を選択します。



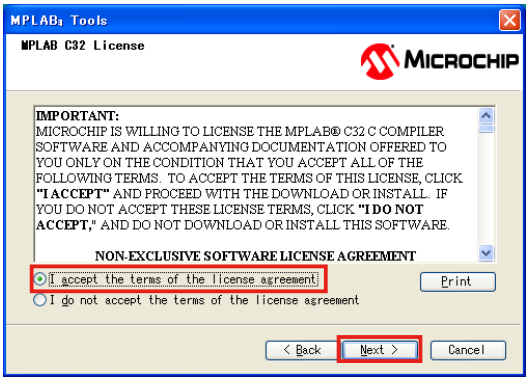
インストール先を選択する画面が表示されます。ここではインストール先は変更しませんので、このまま「Next」をクリックしてください。



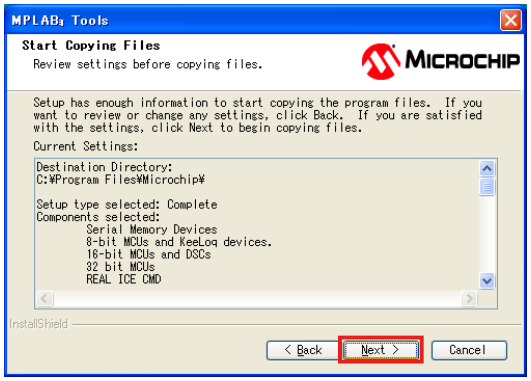
「MAESTRO SOFTWARE」の使用許諾契約の画面が表示されます。内容を確認したら、「I accept …」を選択し、「Next」ボタンをクリックしてください。



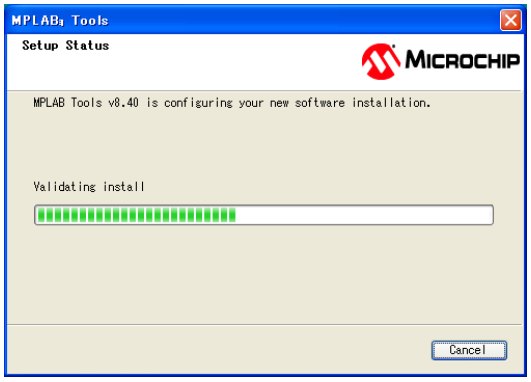
「MPLAB C32」の使用許諾契約の画面が表示されます。内容を確認したら「I accept …」を選択し、「Next」ボタンをクリックしてください。



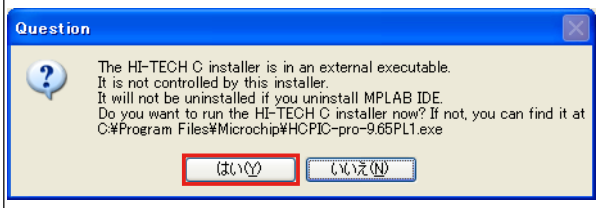
次に、インストールするファイルの確認画面が表示されます。内容を確認したら「Next」ボタンをクリックしてください。



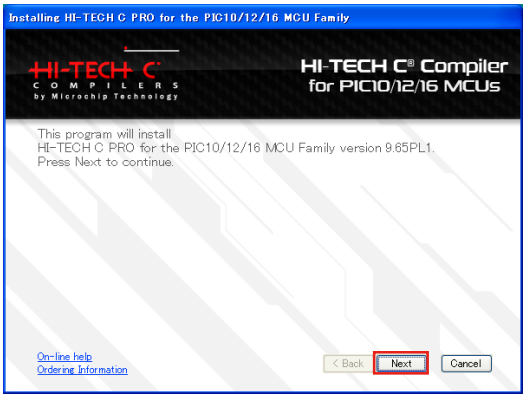
ファイルのコピーが行われます。すべての処理が終わるまでしばらくお待ちください。



ファイルのコピーが終了すると、引き続き「HI-TECH C」コンパイラーをインストールするかを選択するダイアログが表示されます。ここでは「はい」ボタンをクリックして「HI-TECH C」コンパイラをインストールしてください。



「HI-TECH C」のインストール開始画面が表示されます。「Next」ボタンをクリックしてください。

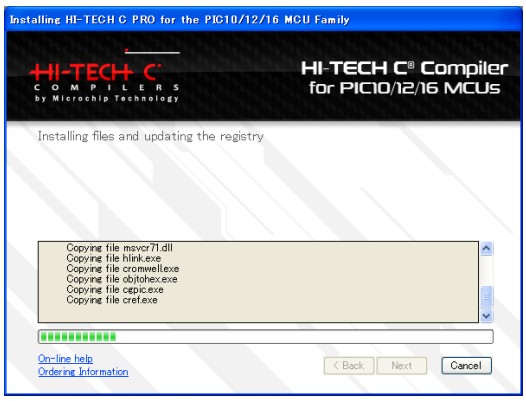


「HI-TECH C」の使用許諾契約の画面が表示されます。内容を確認したら、「I accept …」を選択し、「Next」ボタンをクリックしてください。

インストール先を選択する画面が表示されます。ここではインストール先は変更しませんので、このまま「Next」をクリックしてください。

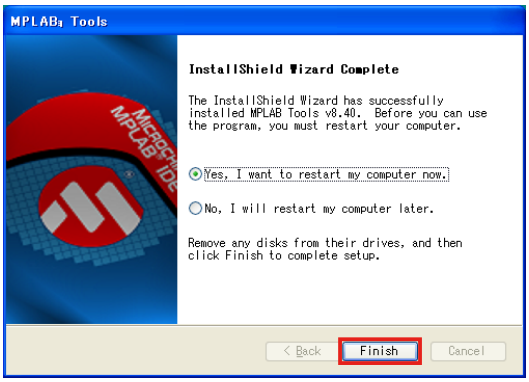
メニューやエラーメッセージなどを表示する言語を選択する画面が表示されます。「English」になっていることを確認して、「Next」ボタンをクリックしてください。

ファイルのコピーが開始されます。処理が終わるまでしばらくお待ちください。



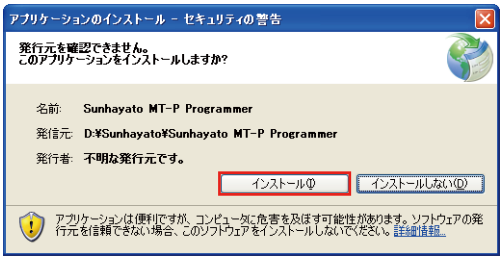
インストールが終了すると以下の画面が表示されます。HI-TECH C の「quick start guide」を読まない場合は、「Read quick start guide now?」のチェックを外します。「Finish」ボタンをクリックしてこの画面を閉じます。

すべてのインストール作業が終了すると、パソコンを再起動するかどうか選択する画面が表示されます。特に問題なければこのまま「Finish」ボタンをクリックしてパソコンを再起動してください。

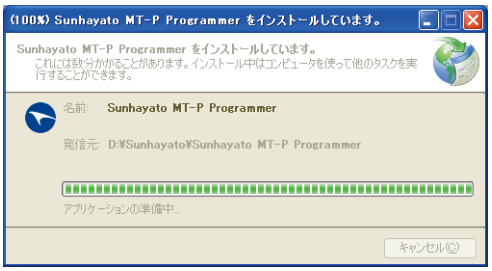


2 書き込みソフトのインストール

CD-ROM の「SunhayatoTool¥Sunhayato MT-P Programmer」フォルダの中にあるインストーラファイル「setup.exe」をダブルクリックし、「セキュリティの警告」が出た場合は「実行」をクリックしてください。インストーラが起動します。

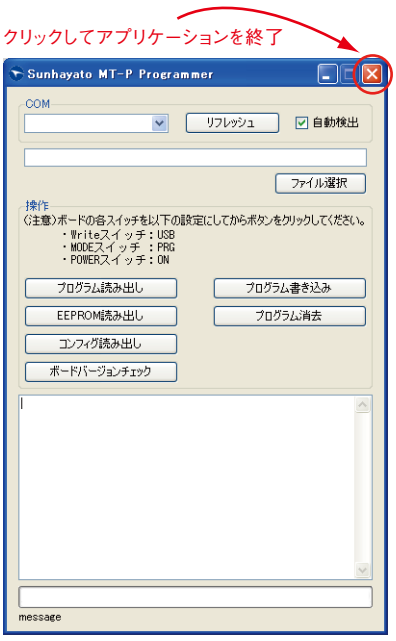


「インストール」をクリックしてください。



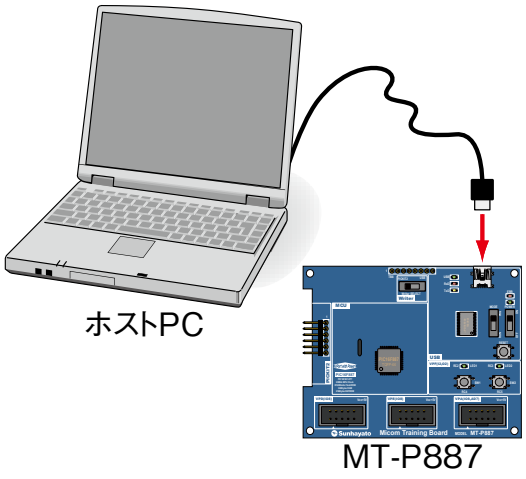
インストールが始まります。

インストールが終了したら書き込みプログラムが起動します。ウィンドウ右上の「×」をクリックしてアプリケーションを終了してください。

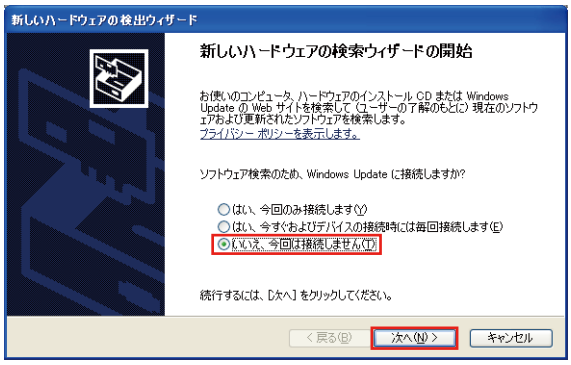


3 仮想 COM ドライバのインストール

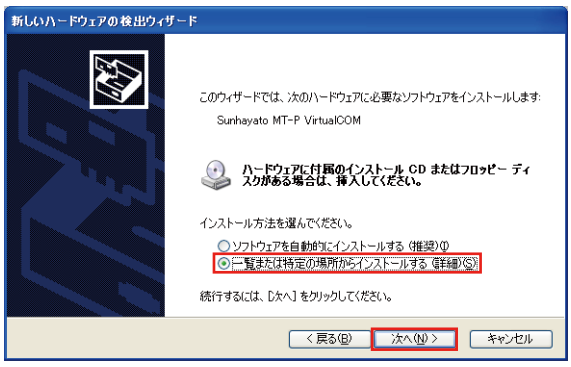
マイコントレーニングボードとホスト PC 間を USB ケーブルで接続してください。
（初回の接続時のみインストールします。）



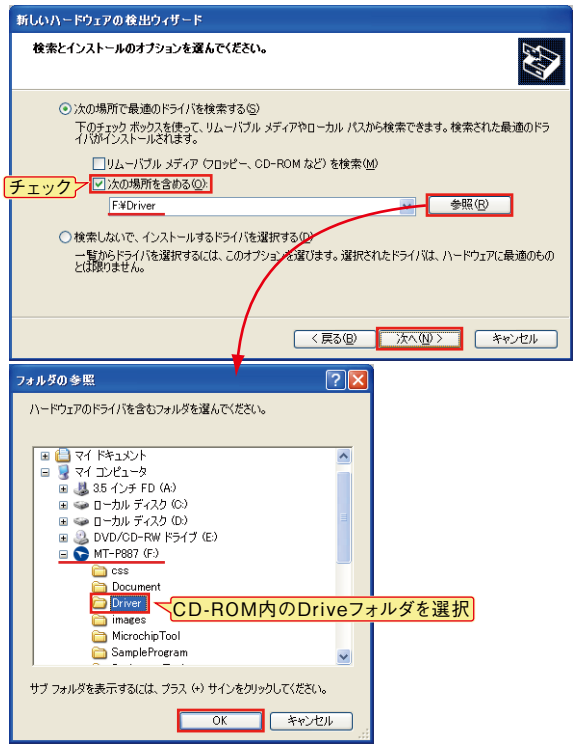
「新しいハードウェアの検索ウィザード」ウィンドウが開きます。「いいえ、今回は接続しません（T）」にチェックが入った状態で「次へ」をクリックしてください。



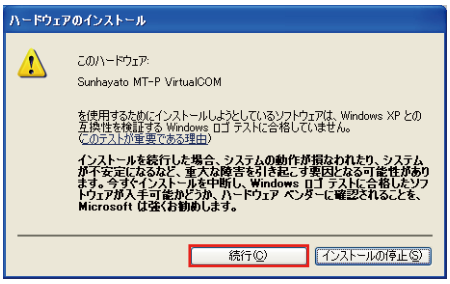
引き続き「新しいハードウェアの検出ウィザード」ウィンドウで「一覧または特定の場所からインストールする（詳細）」にチェックが入った状態で「次へ」をクリックしてください。



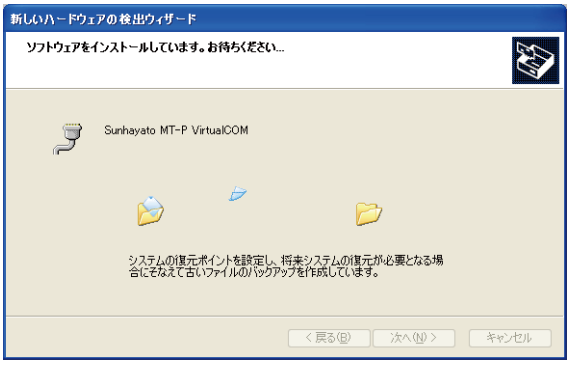
ドライバファイルのフォルダを指定します。「参照」をクリックして付属 CD-ROM の「Driver」フォルダを指定して「次へ」をクリックしてください。ドライバが検索できたらインストールを開始します。



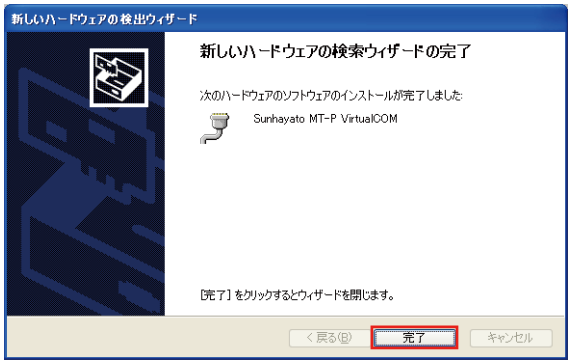
以下の警告画面が出た場合は「続行（C）」をクリックしてインストールを継続してください。



インストールが始まります。



「完了」をクリックしてください。



3. プログラムをつくろう

この章では統合開発環境 MPLAB IDE でプロジェクトを作成し、プログラムをつくる方法を説明します。

3.1 LED 点滅プログラムの内容

■プログラムの仕様

LED を点滅させる簡単なプログラムをつくってみましょう。

MT-P887 上の 2 つの LED を 1 秒間隔で交互に点滅させます。右側 LED が PIC マイコンのポート C の 3 ビット（RC3）、左側 LED がポート C（RC2）に接続されています。リセット直後は右側 LED（RC3）が消灯、左側 LED（RC2）が点灯とします。時間の計測は PIC マイコンのタイマ 1 で、32.768kHz の外部発振子のクロックをカウントして行います。

図 3-1　MT-P887上のLED

各 LED の回路構成は以下のようになります。出力ポートより "L" 出力で点灯します。

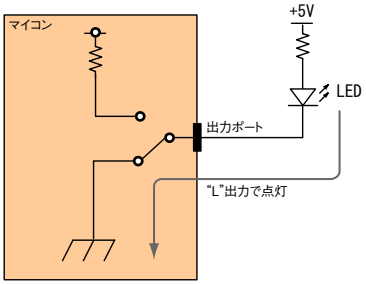


図3-2　LED回路（イメージ図）

プログラムの構成は以下のようになります。タイマ 1 は 1 秒間隔で割り込み処理を起動します。割り込み処理では LED 出力を反転させます。

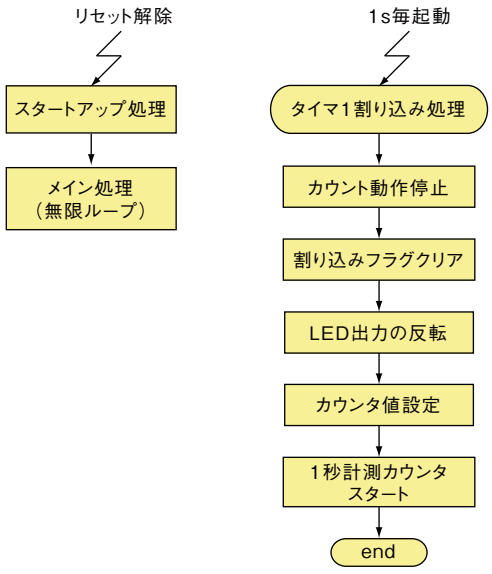


図3-3　プログラム構成（フロー図）

3.2 プロジェクトを作成する

■プロジェクトの新規作成

MPLAB IDE を起動します。Windows のスタートメニューより「すべてのプログラム」→「Microchip」→「MPLAB IDE v8.40」→「MPLAB IDE」をクリックしてください。

図 3-4　MPLAB IDEの起動

「Project」メニューより「Project Wizard」をクリックしてください。

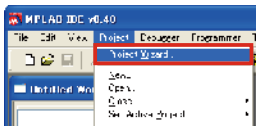


図3-5　MPLAB IDE：新規作成

「Welcome」画面が表示されますので「次へ」ボタンをクリックしてください。

図3-6　MPLAB IDE：Welcome画面

デバイス選択画面が出ます。以下のように設定してください。

- Device：「PIC16F887」

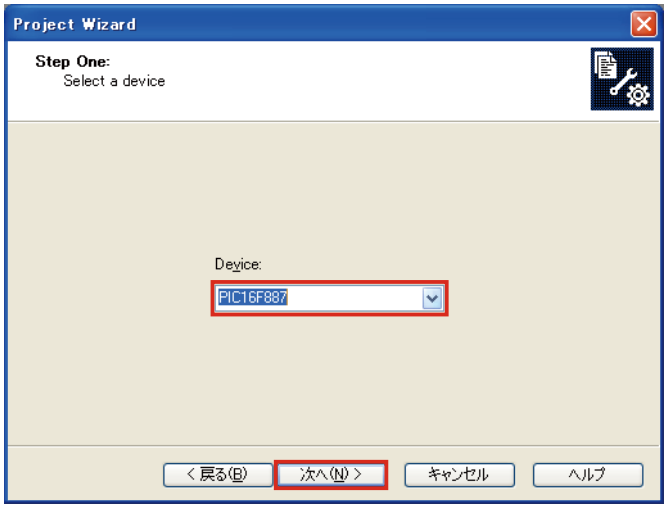


図3-7 MPLAB IDE：デバイス選択

開発言語を選択する画面が表示されます。以下のように設定してください。

- Active Toolsuite：「HI-TECH Universal ToolSuite」

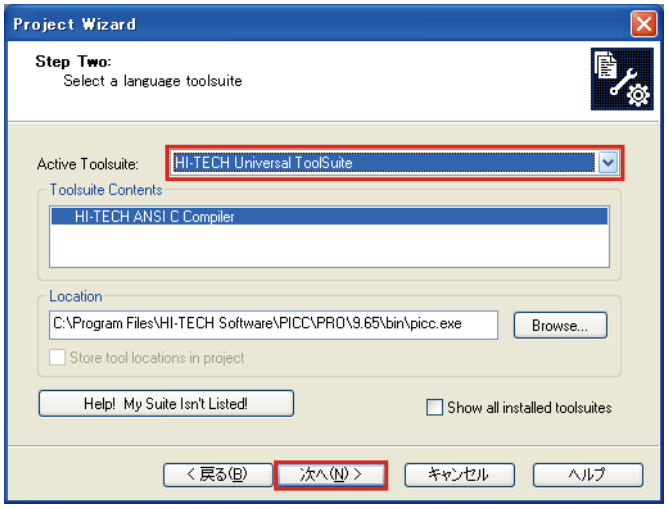


図3-8　MPLAB IDE：開発言語選択

プロジェクトファイルの保存先を選択する画面が表示されますので、任意の場所を設定してください。ここでは「C:¥MT-P887¥LED_PICOPICO」とします。

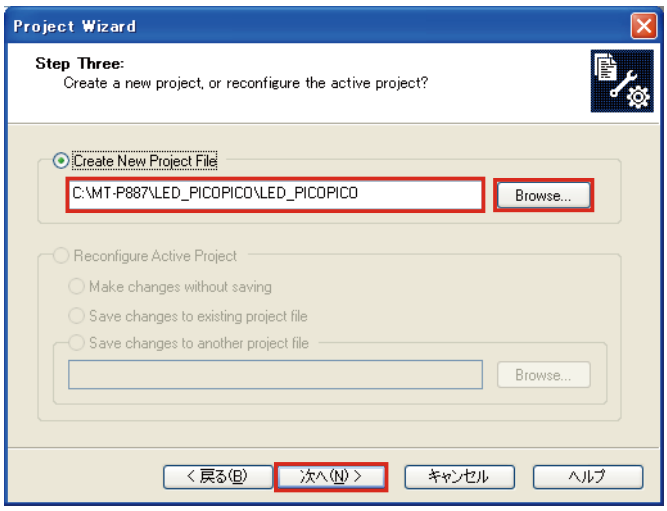


図3-9　MPLAB IDE：保存先の選択

プロジェクトに追加するソースファイルを選択する画面が表示されます。ここでは何も選択しませんので、そのまま「次へ」ボタンをクリックしてください。

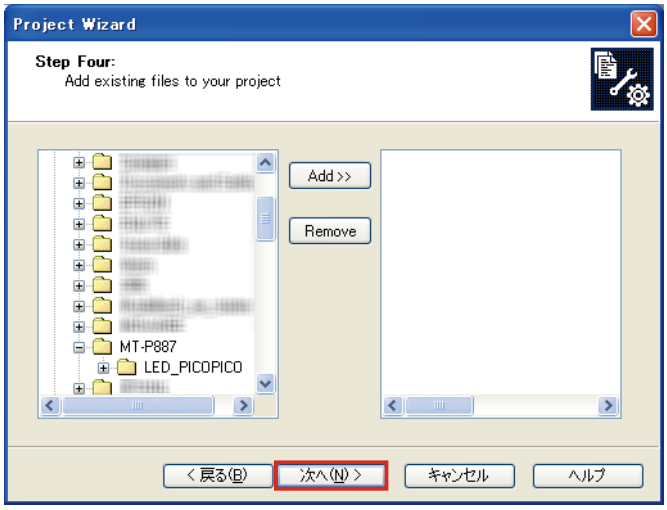


図3-10　MPLAB IDE：ファイルの追加

要約が表示されますので、内容を確認して「完了」ボタンをクリックしてください。

図3-11　MPLAB IDE：要約

■ヘッダーファイルの追加

プロジェクト作成後、プロジェクトウィンドウが表示されます。ここで PIC16F887 マイコンのヘッダーファイルを追加します。

プロジェクトウィンドウの「Header Files」を選択します。右クリックし、「Add Files」を選択します。

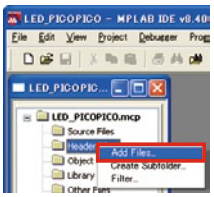


図3-12　MPLAB IDE：ヘッダーファイルの追加

ファイル選択画面が表示されますので、「C:¥Program Files¥HI-TECH Software¥PICC¥PRO¥9.65¥include」フォルダ内の「pic16f887.h」ファイルを選択し、「開く」ボタンをクリックします。

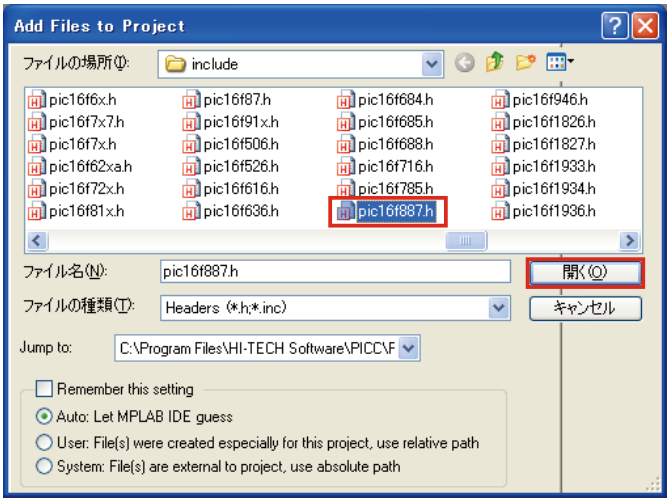


図3-13　MPLAB IDE：ヘッダーファイルの選択

すると、プロジェクトウィンドウの「Header Files」のところに「pic16F887.h」ファイルが追加されます。

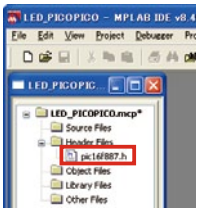


図3-14　MPLAB IDE：追加されたヘッダーファイル

■ソースファイルの追加

次にソースファイルを追加します。「File」メニューから「Add New File to Project」を選択してください。

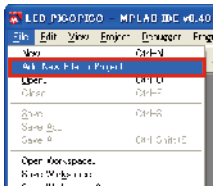


図3-15　MPLAB IDE：ソースファイルの追加

ファイル選択画面が表示されますので、先ほどプロジェクトファイルを保存したフォルダを開き、追加するソースファイル名を入力します。ここでは「LED_PICOPICO.c」というファイル名にします。ファイル名を入力したら「保存」ボタンをクリックしてください。

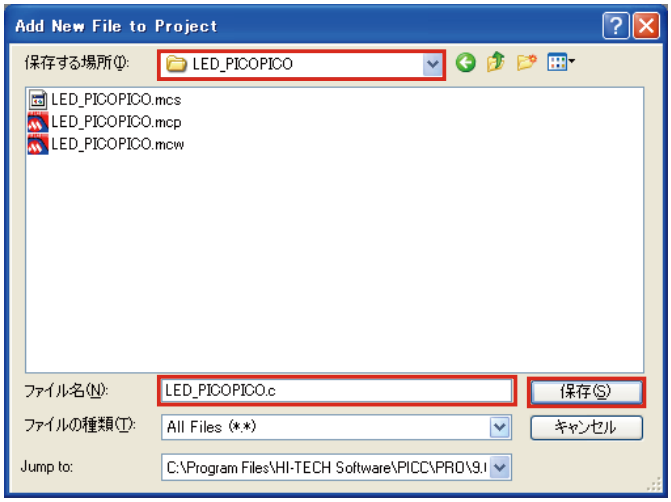


図3-16　MPLAB IDE：ソースファイルの保存

すると、プロジェクトウィンドウの「Source Files」のところに先ほど作成したソースファイルが追加され、空のファイルが開きます。

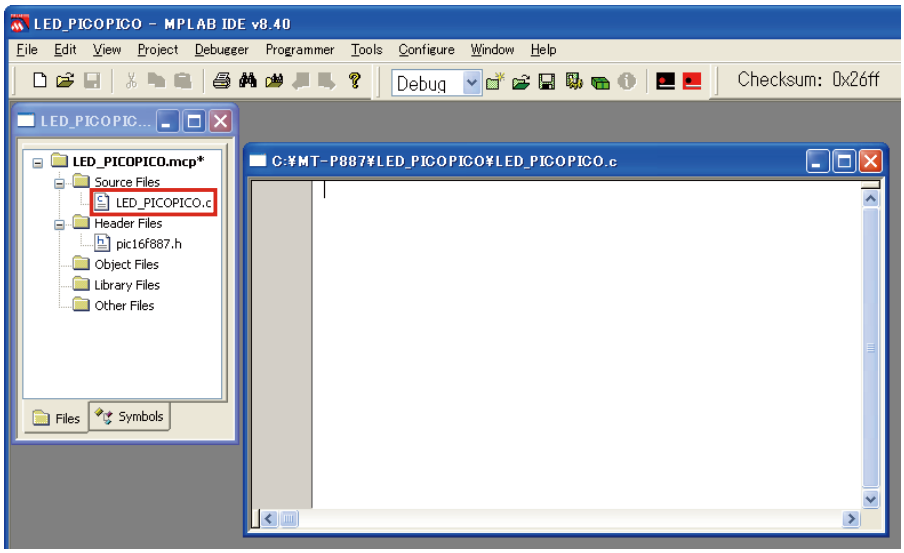


図3-17　MPLAB IDE：追加されたソースファイル

3.3 プログラムを入力する

先ほど開いた空のファイルにプログラムを入力します。このプログラムはメイン関数、初期化関数、割り込み関数から構成されています。このサンプルではこれらの関数をひとつのソースファイルにまとめて記述しています。

■メイン関数

メイン関数のリストを以下に示します。

LED_PICOPICO.c（メイン関数）

```
/*---------------------------------------------------------------------------
 * ファイル名                ：LED_PICOPICO.c
 * プロジェクト名            ：LED_PICOPICO
 * ターゲットマイコン        ：PIC16F887
 * ターゲットボード          ：MT-P887
 * 仕様                      ：LED を 1 秒ごとに交互に点滅させる
---------------------------------------------------------------------------*/

// インクルードファイル
①#include <htc.h>                 // マクロ定義ファイルをインクルード
                                  // この記述をすることで「pic16F887.h」も自動的にインクルードされます

// Configuration ワード 1 の設定
    __CONFIG(HS & WDTDIS & PWRTEN & MCLREN & UNPROTECT & DUNPROTECT & BORDIS & IESOEN & FCMEN & LVPDIS);
                                  // HS：外部外付け振動子を有効
                                  // WDTDIS：ウォッチドッグタイマー無効
                                  // PWRTEN：パワーアップタイマー有効
                                  // MCLREN：MCLR 端子有効
                                  // UNPROTECT：プログラムコード保護無効
②                                 // DUNPROTECT：データコード保護無効
                                  // BORDIS：ブラウンアウト検出無効
                                  // IESOEN：Internal/External Switchover モード有効
                                  // FCMEN：フェイルセーフクロックモニター有効
                                  // LVPDIS：低定電圧プログラミング無効

// Configuration ワード 2 の設定
    __CONFIG(BORV40);
                                  // BORV40：ブラウンアウトリセット 4.0V

// プロトタイプ宣言
void main(void);
void hdinit(void);
void interrupt intprg(void);

/*---------------------------------------------------------------------------
 * 関数名            ：main
 * 機能              ：main 処理（ei() 後、無限ループ）
 * 引数              ：なし
 * 返り値            ：なし
 * 注意事項          ：なし
---------------------------------------------------------------------------*/
void main(void)
{
    hdinit();                     // 初期化関数

        TMR1ON = 1;               // タイマー 1 スタート
③
    while(1)                      // 無限ループ
    {
                ;                 // 処理なし
        }
}
```

リスト3-1　メイン関数

①インクルードファイル

インクルードするファイルを指定します。ここには必ず「htc.h」ファイルを指定してください。このファイルを指定すると PIC マイコンのレジスタ情報が記述されたヘッダーファイル（PIC16F887.h）も自動的にインクルードされます。これにより、PIC マイコンの各機能レジスタなどのシンボル名をプログラム中に記述することができるようになります。

②Configurationワードの設定

PIC マイコンの Configuration ワードを設定します。Configuration ワードの各ビット名はヘッダーファイル（PIC16F887.h）に定義されています。各ビットの定義名一覧を下表に示します。

表3-1　Configurationワード1

Configuration ビット名	定義名	設定値	内容
発振子選択 FOSC<2:0>	EXTCLK	111	RA6：クロック出力、RA7：RC 発振入力
	EXTIO	110	RA6：I/O ピン、RA7：RC 発振入力
	INTCLK	101	RA6：クロック出力、RA7：I/O ピン
	INTIO	100	RA6：I/O ピン、RA7：I/O ピン
	EC	011	RA6：I/O ピン、RA7：クロック入力
	HS	010	高周波数水晶／セラミック振動子
	XT	001	水晶／セラミック振動子
	LP	000	低周波数水晶振動子
ウォッチドッグタイマーイネーブル WDTE	WDTEN	1	ウォッチドッグタイマー有効
	WDTDIS	0	ウォッチドッグタイマー無効
パワーアップタイマーイネーブル PWRTE	PWRTDIS	1	パワーアップタイマー無効
	PWRTEN	0	パワーアップタイマー有効
RE3/MCLR ピン機能選択 MCLRE	MCLREN	1	MCLR 機能有効
	MCLRDIS	0	MCLR 機能無効、入力ピンとして動作
コードプロテクション CP	UNPROTECT	1	プログラムメモリー保護無効
	CP	0	プログラムメモリー保護有効
	PROTECT	0	プログラムメモリー保護有効
データコードプロテクション CPD	DUNPROTECT	1	データメモリー保護有効
	CPD	0	データメモリー保護有効
ブラウンアウトリセット選択 BOREN<1:0>	BORDIS	00	ブラウンアウト無効
	SWBOREN	01	ソフトウェア制御による
	BORXSLP	10	動作中はブラウンアウト有効、スリープ中は無効
	BOREN	11	ブラウンアウト有効
内部・外部クロック切替イネーブル IESO	IESOEN	1	内部・外部クロック切替有効
	IESODIS	0	内部・外部クロック切替無効
フェイルセーフクロックモニターイネーブル FCMEN	FCMEN	1	フェイルセーフクロックモニター有効
	FCMDIS	0	フェイルセーフクロックモニター無効
低電圧プログラミングイネーブル LVP	LVPDIS	0	低電圧プログラミング有効
	LVPEN	1	低電圧プログラミング無効
インサーキットデバッガーモード DEBUG	DEBUGEN	0	インサーキットデバッグ有効
	DEBUGDIS	1	インサーキットデバッグ無効

表3-2　Configurationワード2

Configuration ビット名	定義名	設定値	内容
ブラウンアウトリセット選択 BOR4V	BORV21	0	ブラウンアウトリセットを 2.1V に設定
	BORV40	1	ブラウンアウトリセットを 4.0V に設定
フラッシュメモリーセルフライトイネーブル WRT<1:0>	WP0	10	0000h ～ 00FFh を保護、それ以外は書き換え可能
	WP1	01	0000h ～ 07FFh を保護、それ以外は書き換え可能
	WP2	00	すべてを保護

③メイン関数

メイン関数本体です。初期化処理後、タイマー 1 のカウントアップをスタートさせ、無限ループに入ります。

■初期化関数

初期化関数のリストを以下に示します。

LED_PICOPICO.c（hdinit 関数）

```
/*--------------------------------------------------------------------------------
 * 関数名           ：hdinit
 * 機能             ：初期化処理
 * 引数             ：なし
 * 返り値           ：なし
 * 注意事項         ：なし
--------------------------------------------------------------------------------*/
void hdinit(void)
{
          di();               // グローバル割り込み禁止

          // クロック設定
          SCS = 0;            // Configuration ワード 1 で設定したクロックを使用

          // ポート A 設定
          ANSEL = 0x00;       // デジタル入出力に設定
          PORTA = 0x00;
          TRISA = 0x00;       // すべて出力に設定

          // ポート B 設定
          ANSELH = 0x00;      // デジタル入出力に設定
          PORTB = 0x00;
          TRISB = 0x00;       // すべて出力に設定

          // ポート C 設定
          PORTC = 0x08;       // LED1 点灯 , LED2 消灯
          TRISC = 0xB0;       // bit7（RXD）, bit5（SW2）, bit4（SW1）を入力に設定

          // ポート D 設定
          PORTD = 0x00;
          TRISD = 0x00;       // すべて出力に設定

          // ポート E 設定
          PORTE = 0x00;
          TRISE = 0x00;       // すべて出力に設定

          // タイマー 1 設定
          TMR1H = 0x80;       // タイマー 1 上位バイト設定
          TMR1L = 0x00;       // タイマー 1 下位バイト設定
          T1CON = 0x0A;       // プリスケーラー 1:1, 外部振動子使用
          TMR1IF = 0;         // タイマー 1 割り込みフラグクリア
          TMR1IE = 1;         // タイマー 1 割り込み有効

          PEIE = 1;           // ペリフェラル割り込み許可

          ei();               // グローバル割り込み許可
}
```

リスト3-2　初期化関数

PIC マイコンの各機能を初期化しています。設定内容は次のとおりです。

- 動作クロック：外部振動子を選択
- ポート C：初期状態として LED1 を点灯、LED2 を消灯に設定
- タイマー 1:カウントクロックとして外部振動子を選択。1 秒を計測するため、カウント値を 0x8000 に設定。
- 割り込みを許可

■割り込み関数

割り込み関数のリストを以下に示します。

LED_PICOPICO.c（intprg 関数）

```
/*-----------------------------------------------------------------------------
 * 関数名           ：intprg
 * 機能             ：割り込み処理
 * 引数             ：なし
 * 返り値           ：なし
 * 注意事項         ：タイマー１による１秒計測
-----------------------------------------------------------------------------*/
void interrupt intprg(void)
{
        if (TMR1IE && TMR1IF)           // タイマー１　割り込み処理
        {
                TMR1ON = 0;             // タイマー１ 停止
                TMR1IF = 0;             // タイマー１ 割り込みフラグクリア

                RC2 = ~RC2;             // LED1 反転
                RC3 = ~RC3;             // LED2 反転

                TMR1H = 0x80;           // タイマー１ 上位バイト設定
                TMR1L = 0x00;           // タイマー１ 下位バイト設定
                TMR1ON = 1;             // タイマー１ スタート
        }
}
```

リスト3-3　割り込み関数

タイマー１の割り込みにより、１秒ごとにこの関数が呼び出されます。呼び出された後、割り込みフラグをクリアし、LED1、LED2 の出力を反転し、再度カウント値を設定してからタイマー１を再スタートしています。

すべてのプログラムの入力が終わったら、ソースファイル、プロジェクトファイルを保存します。
保存は MPLAB IDE のツールバーにある「保存アイコン」をクリックするか、File メニューより「Save All」をクリックしてください。

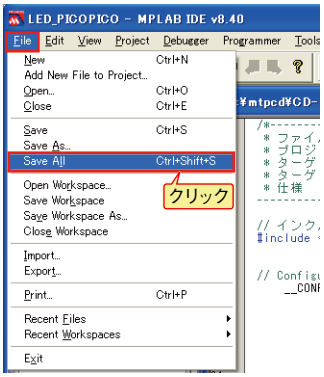


図3-18　MPLAB IDE：保存

3.4 MPLAB IDE でプログラムをビルドする

作成したプログラムをビルドします。Project メニューより「Build」をクリックしてください。

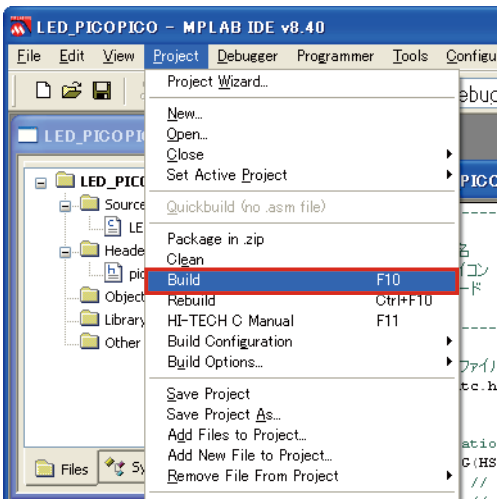


図3-19　MPLAB IDE：ビルド

すると「Output」ウィンドウにメッセージが表示されます。ビルドが成功した場合はメッセージの最後に「********** Build successful! **********」と表示されます。エラーが出た場合はプログラムに誤りがあるので、該当箇所を修正します。

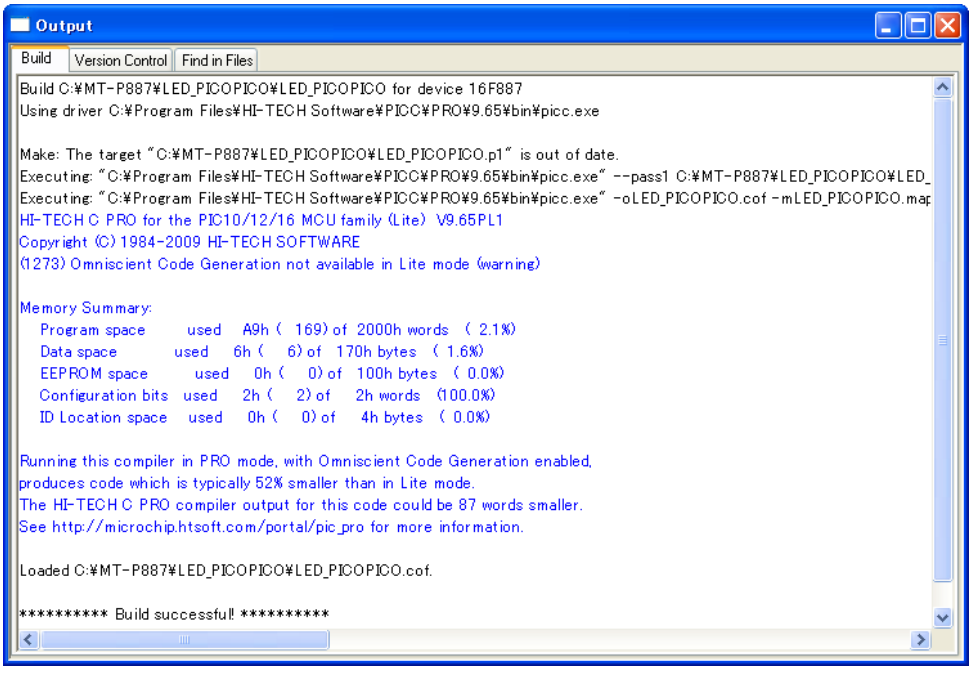

Output
Build
Version Control
Find in Files
Build C:¥MT-P887¥LED_PICOPICO¥LED_PICOPICO for device 16F887
Using driver C:¥Program Files¥HI-TECH Software¥PICC¥PRO¥9.65¥bin¥picc.exe
Make: The target "C:¥MT-P887¥LED_PICOPICO¥LED_PICOPICO.p1" is out of date.
Executing: "C:¥Program Files¥HI-TECH Software¥PICC¥PRO¥9.65¥bin¥picc.exe" --pass1 C:¥MT-P887¥LED_PICOPICO¥LED_
Executing: "C:¥Program Files¥HI-TECH Software¥PICC¥PRO¥9.65¥bin¥picc.exe" -oLED_PICOPICO.cof -mLED_PICOPICO.map
HI-TECH C PRO for the PIC10/12/16 MCU family (Lite) V9.65PL1
Copyright (C) 1984-2009 HI-TECH SOFTWARE
(1273) Omniscient Code Generation not available in Lite mode (warning)
Memory Summary:
Program space used A9h (169) of 2000h words (2.1%)
Data space used 6h (6) of 170h bytes (1.6%)
EEPROM space used 0h (0) of 100h bytes (0.0%)
Configuration bits used 2h (2) of 2h words (100.0%)
ID Location space used 0h (0) of 4h bytes (0.0%)
Running this compiler in PRO mode, with Omniscient Code Generation enabled,
produces code which is typically 52% smaller than in Lite mode.
The HI-TECH C PRO compiler output for this code could be 87 words smaller.
See http://microchip.htsoft.com/portal/pic_pro for more information.
Loaded C:¥MT-P887¥LED_PICOPICO¥LED_PICOPICO.cof.
********** Build successful! **********

図3-20　MPLAB IDE：ビルド結果

4. プログラムをうごかそう

4.1 USB 接続でプログラムを書き込む

PIC マイコンのフラッシュメモリにプログラムを書き込んでみましょう。

MT-P887 とホスト PC を USB ケーブルで接続してください。各設定スイッチを下図のように設定して電源スイッチを ON にしてください。

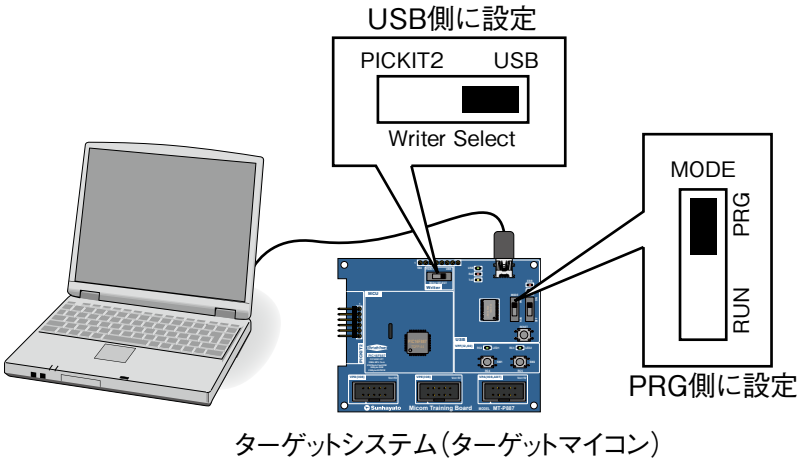


図4-1　ボードの設定（プログラムの書き込み）

Sunhayato MT-P Programmer を起動します。Windows のスタートメニューより「すべてのプログラム」→「Sunhayato Corp.」→「Sunhayato MT-P Programmer」をクリックしてください。

図4-2　USB接続で書き込む：Sunhayato MT-P Programmerの起動

アプリケーションが起動したら以下の設定を行います。

① 「自動検出」を有効（チェック有り）に設定してください。

② 書き込むファイルを選択します。「ファイル選択」をクリックして HEX 形式のファイル（xxx.hex）を選択して開くをクリックしてください。

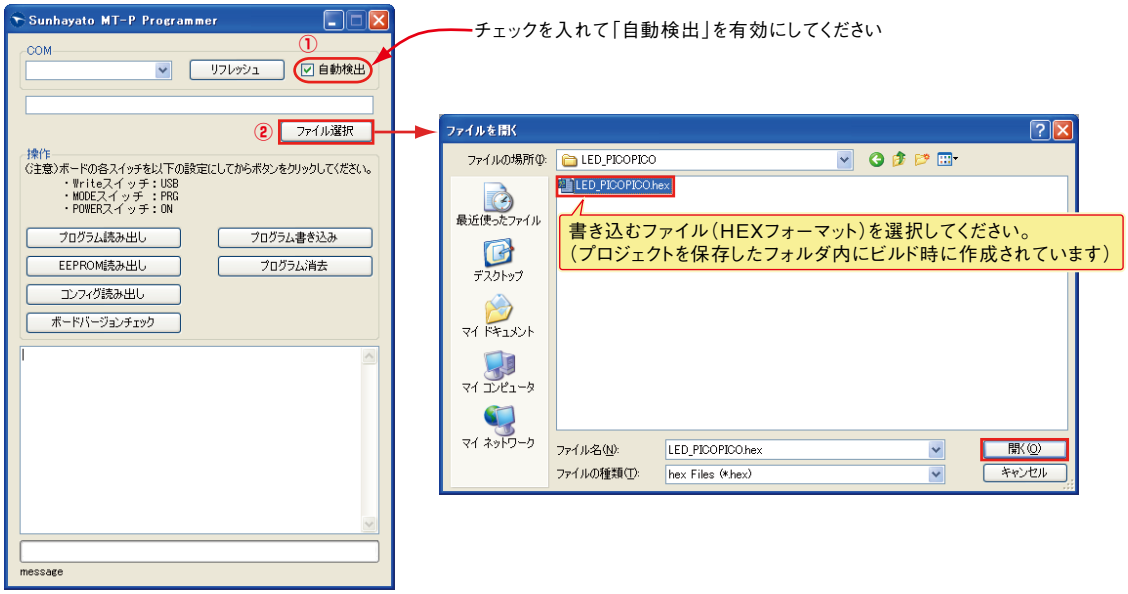


図4-3　USB接続で書き込む：設定

「プログラム書き込み」ボタンをクリックすると書き込みが開始されます。

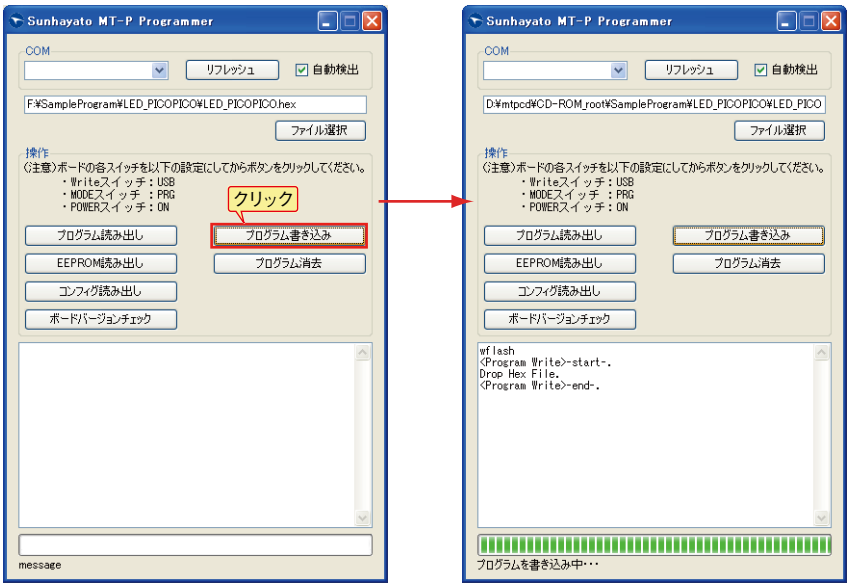


図4-4　USB接続で書き込む：プログラムの書き込み

⚠注意

プログラムのダウンロード中にホスト PC、ターゲットシステムのパワーオフ、リセットはしないでください。

書き込みに成功すると書き込み終了のメッセージ「プログラムの書き込みが完了しました」が表示されます。

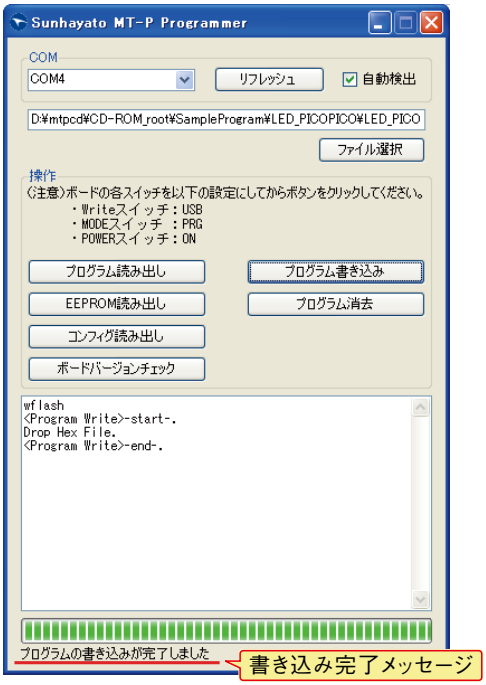


図4-5　USB接続で書き込む：プログラム書き込み完了

評価ボード上のスイッチを以下のように設定してください。2つのLEDが交互に点滅するのを確認してください。

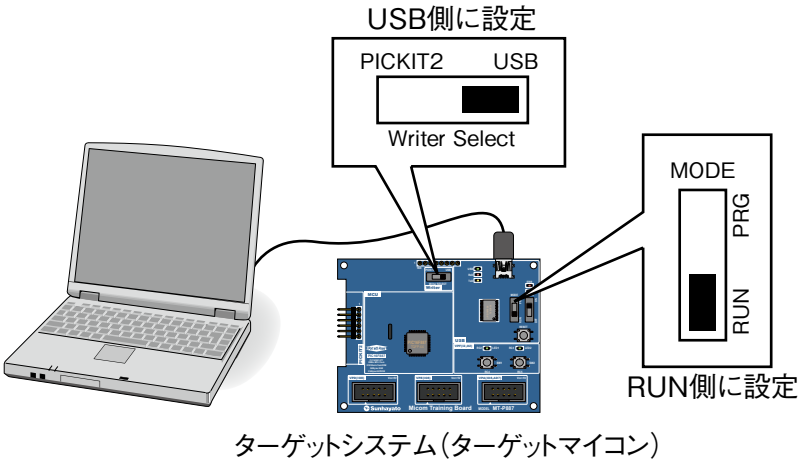


図4-6　MODE切替

「Sunhayato MT-P Programmer」では書き込み以外に以下の操作が可能です。各操作を行うときは各設定スイッチを「WriterSelect = USB」「MODE = PRG」に設定して電源スイッチを ON にしてください。

表**4-1　Sunhayato MT-P Programmer**の操作一覧

No.	操作	内容
1	プログラム書き込み	「ファイル選択」で指定したプログラムを PIC マイコンのフラッシュメモリに書き込みを行います。
2	プログラム消去	PIC マイコンのフラッシュメモリを消去します。 ・プログラムメモリはアドレス 2006H,2007H,2009H 以外の値が全て 3FFH となります。 ・データメモリは全て FFH となります。
3	プログラム読み出し	プログラムメモリ（0000H ～ 1FFFH）の内容を読み出してウィンドウに表示します。
4	EEPROM 読み出し	データメモリ（2100H ～ 21FFH）の内容を読み出してウィンドウに表示します。
5	コンフィグ読み出し	プログラムメモリ（2000H ～ 2009H）の内容を読み出してウィンドウに表示します。
6	ボードバージョンチェック	MT-P887 上の USB マイコンファームウェアのバージョンを応答します。

4.2 PICkit2、PICkit3 でプログラムを書き込む

PICkit2 や PICkit3 を使ってプログラムを書き込む場合を説明します。

MT-P887 とホスト PC を USB ケーブルで接続し、PICkit2 または PICkit3 を MT-P887 の PICKIT2 接続コネクタに接続してください。各設定スイッチを下図のように設定して電源スイッチを ON にしてください。

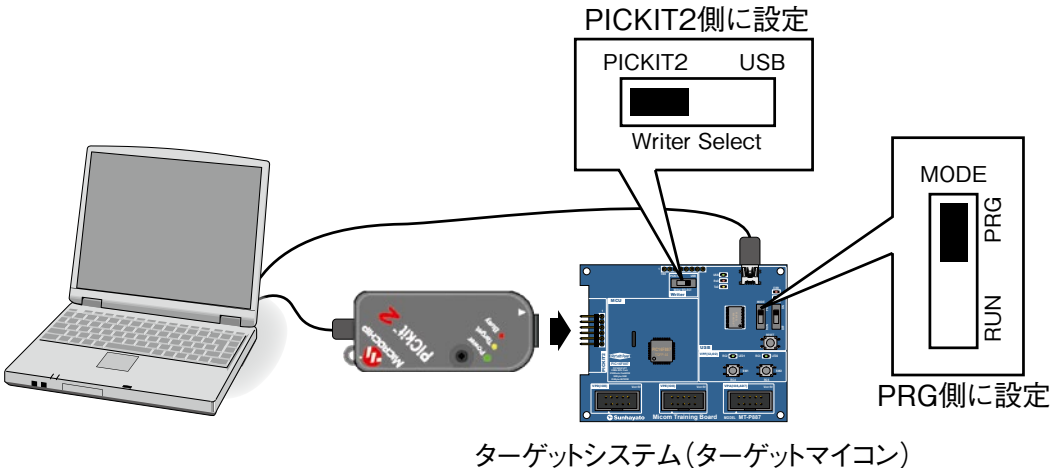


図4-7　PICkit2の接続とボードの設定（プログラム書き込み時）

「Programmer」メニューより「PICkit2」を選択してください。

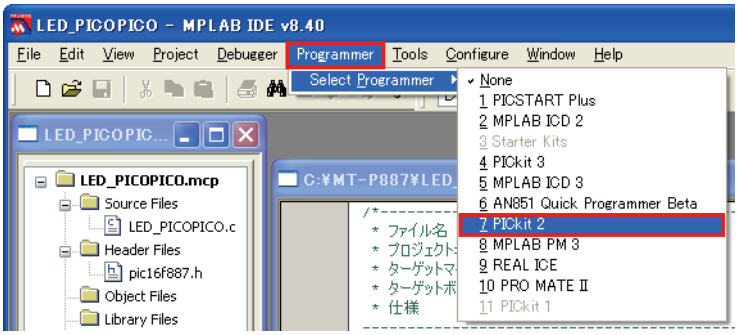


図4-8　PICkit2の選択

PICkit2 が認識されると「Output」ウィンドウに「PICkit 2 Ready」と表示されます。

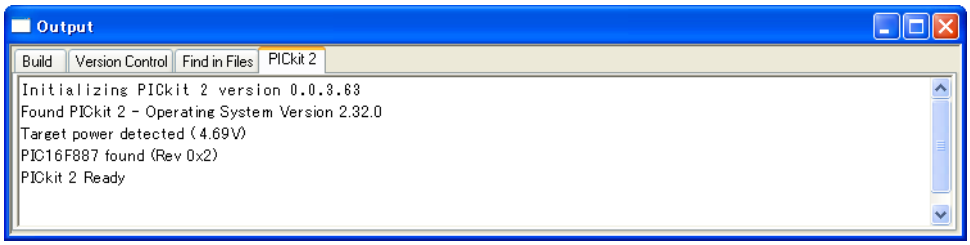


図4-9　PICkit2正常認識

PICkit2（または PICkit3）でプログラムを書き込むときは PIC16F887 マイコンの MCLR 機能を無効にする必要があります。MCLR 機能を無効にするには Configuration ワードの MCLRE ビットをディセーブルにします。この修正をプログラムに加えます（下図のピンク色の部分が変更箇所）。

LED_PICOPICO.c（メイン関数）

```
/*-------------------------------------------------------------------------------
 * ファイル名                    : LED_PICOPICO.c
 * プロジェクト名                : LED_PICOPICO
 * ターゲットマイコン            : PIC16F887
 * ターゲットボード              : MT-P887
 * 仕様                          : LED を 1 秒ごとに交互に点滅させる
-------------------------------------------------------------------------------*/

// インクルードファイル
#include <htc.h>                  // マクロ定義ファイルをインクルード
                                  // この記述をすることで「pic16F887.h」も自動的にインクルードされます

// Configuration ワード 1 の設定
    __CONFIG(HS & WDTDIS & PWRTEN & MCLRDIS & UNPROTECT & DUNPROTECT & BORDIS & IESOEN & FCMEN & LVPDIS);
                                  // HS：外部外付け振動子を有効
                                  // WDTDIS：ウォッチドッグタイマー無効
                                  // PWRTEN：パワーアップタイマー有効
                                  // MCLRDIS：MCLR 端子無効
                                  // UNPROTECT：プログラムコード保護無効
                                  // DUNPROTECT：データコード保護無効
                                  // BORDIS：ブラウンアウト検出無効
                                  // IESOEN：Internal/External Switchover モード有効
                                  // FCMEN：フェイルセーフクロックモニター有効
                                  // LVPDIS：低定電圧プログラミング無効
```

図4-10　プログラム修正

修正したプログラムをビルドします。Project メニューより「Build」をクリックしてください。

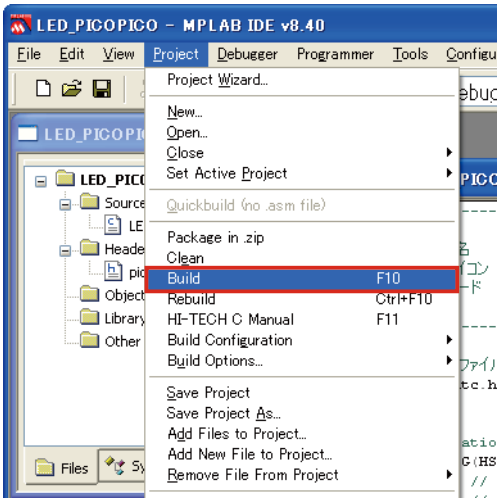


図4-11　修正したプログラムのビルド

「Programmer」メニューより「Program」を選択してください。

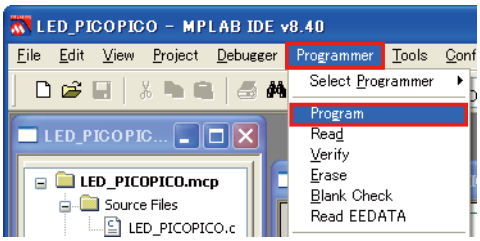


図4-12　プログラムの書き込み

プログラムの書込みが無事終了すると、以下のようなメッセージが表示されます。

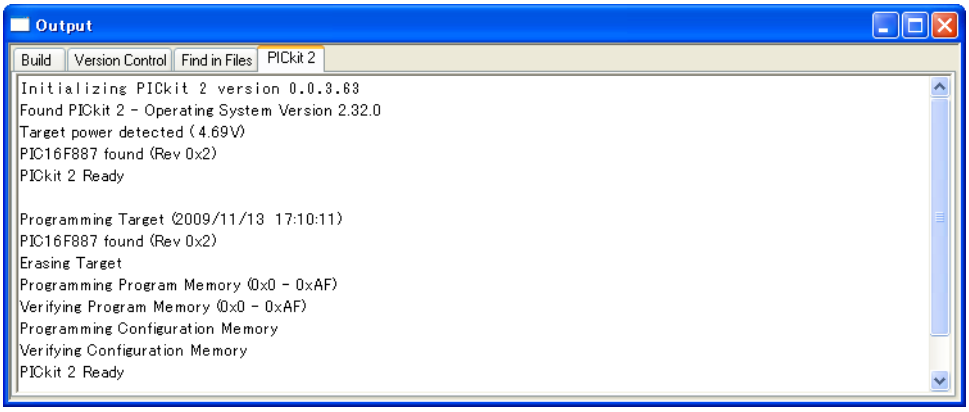


図4-13　書き込み終了

評価ボード上のスイッチを以下のように設定してください。2 つの LED が交互に点滅するのを確認してください。

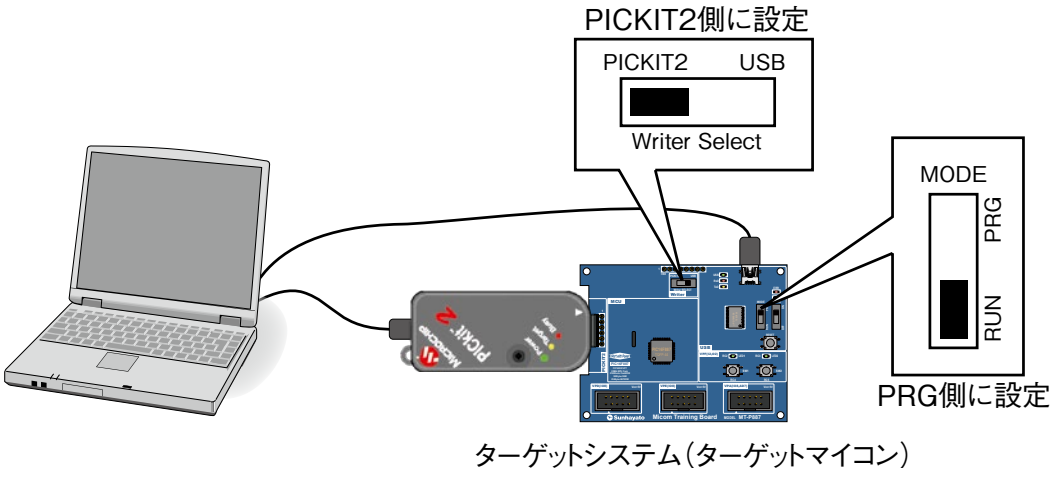


図4-14　MODE切替

5. トラブルシューティング

5.1 プログラムが書き込めない、動かない

■プログラム書き込みの設定になっていない

プログラムを書き込む際は、MT-P887 上のプログラム書き込み切替スイッチを、USB から書き込む場合は「USB」側に、PICkit2、PICkit3 使用する場合は「PICKIT」側に設定し、MODE スイッチを「PRG」側へ設定してください。

■COMポート番号が合っていない

接続時の初期設定画面で設定する COM ポート番号と、ホスト PC で割り当てられている仮想 COM ポート番号が合っていない場合は、「5.2 仮想 COM ポート番号の確認」を参考に仮想 COM ポート番号確認し、正しい COM ポート番号を設定してください。

■PICkit2、PICkit3でプログラムを書き込んだ後、動かない

PICkit2､PICkit3 でプログラムを書き込む場合は､PIC マイコンの MCLR 機能を無効にする必要があります。「4.2 PICkit2、PICkit3 でプログラムを書き込む」に書かれている手順に従って、プログラム上で MCLR 機能を無効にしてからプログラムを書き込んでください。

■PICkit2、PICkit3を接続中、VPEポートのビット6、ビット7が動かない

MODE スイッチが「PRG」側になっていると、VPE ポートのビット 6、ビット 7 は動作しません。プログラム書き込み後、MODE スイッチを「RUN」側に設定してください。

■PICkit2、PICkit3を接続しているが電源供給ができない

本製品は PICkit2、PICkit3 からの電源供給はできません。必ず USB コネクタから電源を供給する必要があります。このため、本製品を使用する場合は USB コネクタにパソコン、もしくは弊社製品「USB 電池ボックス　BU-C501」のような USB コネクタから電源供給ができるものを接続してください。

5.2 仮想 COM ポート番号の確認

以下の方法で仮想 COM ポート番号を確認してください。

① Windows の「マイ コンピュータ」を右クリックし、「プロパティ」をクリックしてください。

② 「システムのプロパティ」ウィンドウの「ハードウェア」タブをクリックし、「デバイスマネージャ」をクリックします。

③ 一覧より「ポート（COM と LPT）」の「＋」マークをクリックすると、現在仮想 COM ドライバに割り当てられている COM ポートの番号が確認できます。

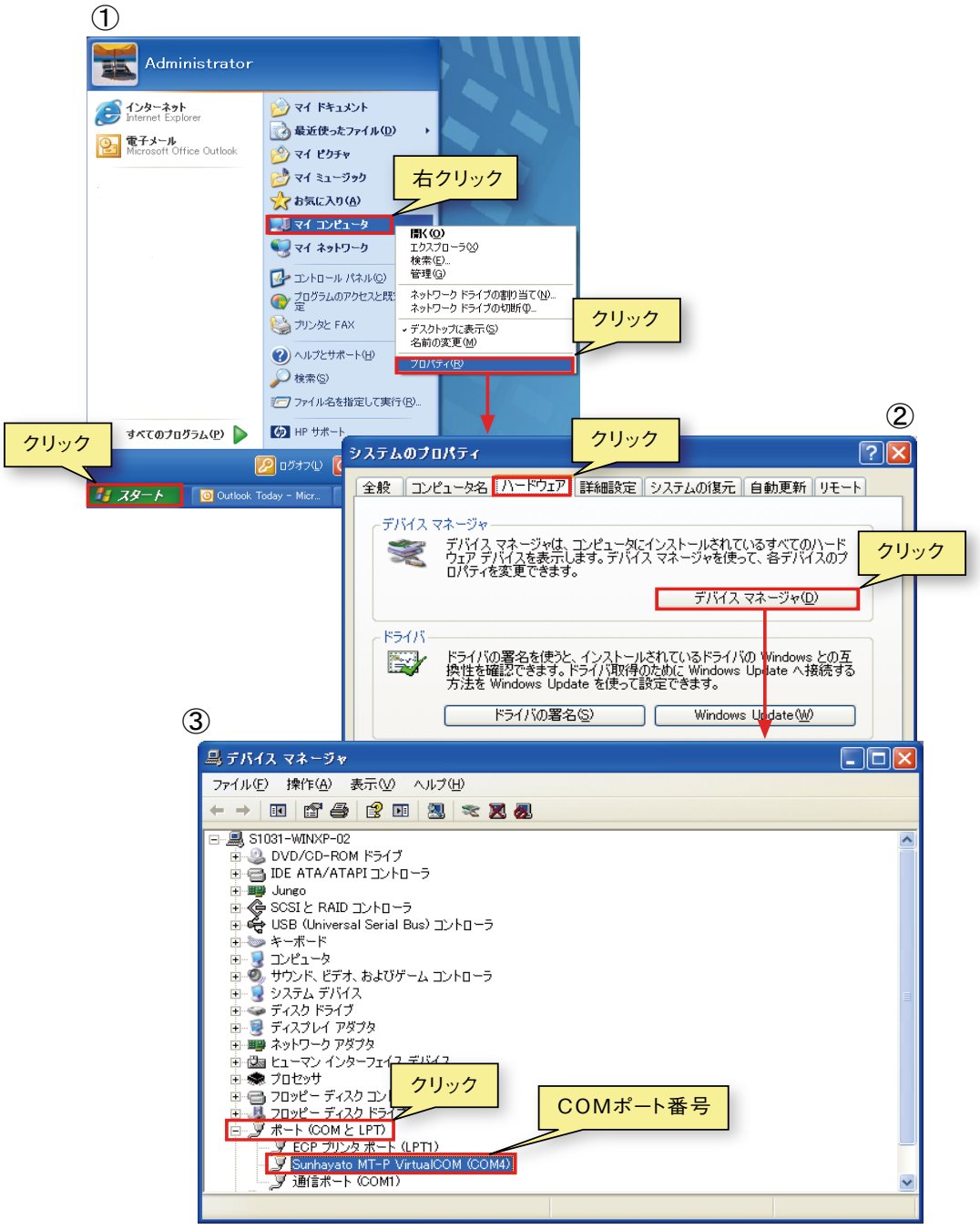


図5-1　仮想COMポートの割り当ての確認

5.3 仮想 COM ポート番号の割り当て

以下の方法で仮想 COM ポートのポート番号を再割り当てしてください。

① 「5.2 仮想 COM ポート番号の確認」を参考にデバイスマネージャを開き、現在割り当てられている COM ポートを開いてください。

② 仮想 COM ポートをダブルクリックし、プロパティを開いて「ポートの設定」タブをクリックしてください。

③ 「詳細設定（A）...」をクリックして、「詳細設定」ウィンドウより、“(使用中)”となっていない番号を選んでください。選択したら「OK」をクリックして「デバイスマネージャ」のウィンドウに戻ってください。

※ “(使用中)”となっている番号でも実際な使用されていない場合がありますので、現在ホスト PC に他の COM ポートを使用するデバイスが接続されていないか確認の上選択してください。

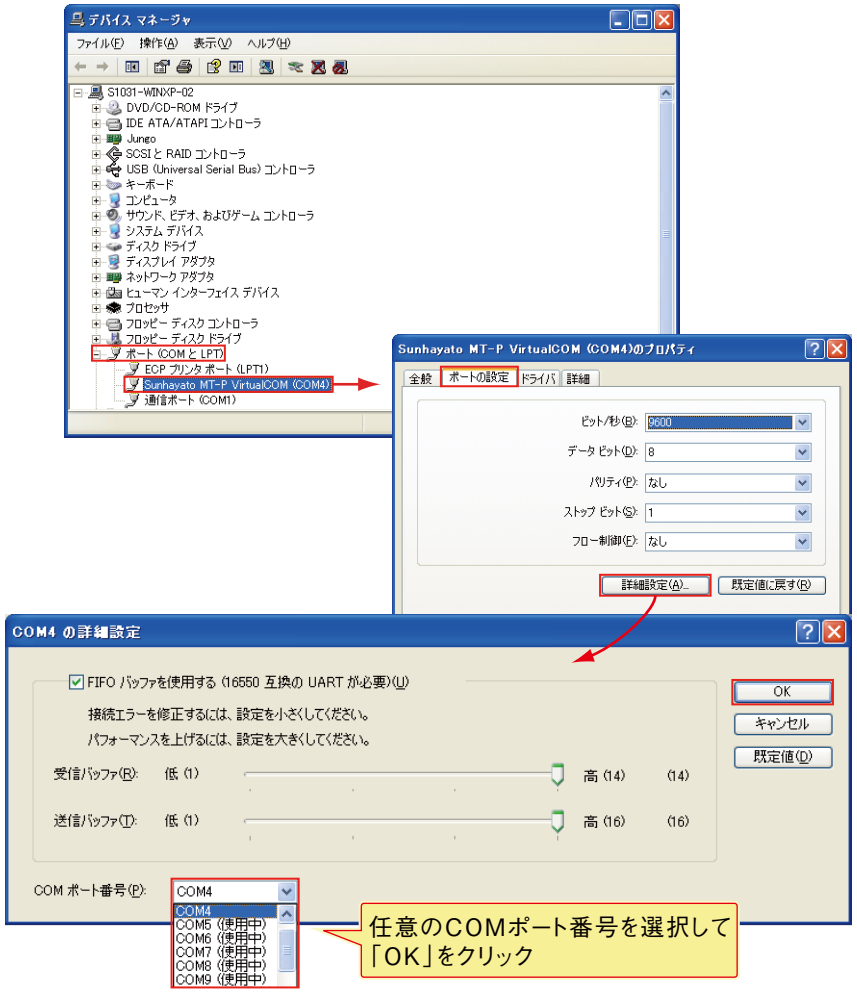


図5-2　仮想COMポートの再割り当て

改訂履歴

Rev.	発行日	ページ	改訂内容
1.00	2009/12/10	-	初版発行

マイコントレーニングボード　MODEL MT-P887
スタートアップガイド　C 言語編

発行日　2009 年 12 月 10 日 Rev1.00
発　行　サンハヤト株式会社　〒 170-0005 東京都豊島区南大塚 3 丁目 40 番 1 号
©2006 Sunhayato Corp. All rights reserved.

SG097035